



TITLE:

5. 4波混合によるスクイズド状態
(Squeezed States)の生成の理論的
研究(大阪市立大学大学院工学研究
科応用物理学専攻,修士論文題目・
アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

井口, 猶二

CITATION:

井口, 猶二. 5. 4波混合によるスクイズド状態(Squeezed States)の生成の理論的研究(大阪市立大学大学院工学研究科応用物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 57(1): 164-165

ISSUE DATE:

1991-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94694>

RIGHT:

し、以下に示したことを明らかにした。

(1) $(\text{GaAs})_m / (\text{AlAs})_n$ 超格子では、 $m=12$ 原子層近傍で $\Gamma-X$ 交差が生じる。(2) タイプ-II 発光に参与している電子と正孔が、それぞれ AlAs と GaAs に空間分離していることの実証。(3) タイプ-II 発光に参与する AlAs-X 電子状態の異方性。(4) タイプ-I 発光過程とタイプ-II 発光過程は準熱平衡状態である。(5) タイプ-II 発光の端面発光特性から、 $\Gamma-X$ 混成効果を推定。

4. リチウムハライドの自己束縛励起子の光学特性

田 中 貞 夫

アルカリハライドの固有発光の研究は W. Van Sciever ら及び Teegarden らによって固有発光が観測されて以来、様々な手法により研究されてきた。1964年に Kabler は、アルカリハライドの固有発光の起源が自己束縛励起子 (Self-trapped Exciton, STE と呼ぶ) の再結合によるものであることを示した。Kabler はアルカリハライドにおいては正孔自らが結晶中で [110] 方向に並んだ 2 個のハロゲンイオン間に束縛され、イオン化ハロゲン分子 X_2^- を形成し (V_k 中心または Self-trapped hole, STH)、この V_k 中心に電子が緩く捕らえられて STE が形成されると考え、固有発光はこの STE の輻射再結合により起こると結論した。この Kabler が提案した STE のモデルを V_k+e モデル、又は on-center モデルと呼んでいる。この Kabler の実験以来多くの研究者によりアルカリハライドの STE に関して、実験・理論の両面から膨大な量の研究が行われ、 V_k+e モデルでそのほとんどが説明ができた。しかし、 V_k+e モデルでは理解することができない現象も存在していた。ところが、最近になってこの謎を解くようなモデルが Song らによって示された。Song らによると、多くのアルカリハライドにおける STE の安定配置は結晶の並進対称性のみならず、中心対称性をも自発的に破った状態になっているもので、Off-center モデルと呼ばれている。本研究では、この V_k+e モデル、Off-center モデルの両者の立場から、おおむね潮解性が強く、IS 励起子帯が真空紫外領域にあるため、今まであまり研究のなされていない Li ハライドの自己束縛励起子についてその光学特性を調べた。

5. 4 波混合によるスクイズド状態 (Squeezed States) の生成の理論的研究

井 口 猶 二

レーザー光はコヒーレント状態にあるとされるが、このコヒーレント状態にある電場の 2 つの直交位相成分を計算してみると、量子力学の不確定性関係により、ある値よりも小さくできない。したがって、光通信や微弱な信号の測定には越えることのできない限界

があるとされていた。

しかし、こういった量子力学的な壁を乗り越えるものとして、1970年代からスクイズド状態という概念が考え出された。このスクイズド状態における電場の2つの直交位相成分のゆらぎを計算してみると、不確定性関係が成り立つ条件下で、一方の成分のゆらぎを大きくすることで、もう一方のゆらぎを小さくすることができる。

4波混合によるスクイズド状態の導出の理論に関しては、1979年、YuenとShapiroにより、位相共役な光を混合することでスクイズド状態が得られることが示された。

しかし、本研究では、スクイズド状態はコヒーレント状態をも包括する概念であるといふところから、4波混合によって生成する光は一般にスクイズド状態であるとみなして、その発生する光の発生率を計算した。そして、その発生率が最大になるようにスクイズドパラメータを決定した。ここでスクイズドパラメータとは、スクイズド状態の性質を表すパラメータで、これが大きければ大きいほど、一方の直交位相成分のゆらぎが大きくなるという特性を持つ。本研究では、こうして得られたスクイズドパラメータの性質について調べてみた。

6. 2つの励起状態が強い光の影響下にある原子系での4波混合における衝突による異常共鳴発光の理論

中 村 雅 司

He等の不活性気体を混合したNaガスの3準位系($3S$ 、 $3P_{3/2}$ 、 $3P_{1/2}$)での4波混合では、通常の共鳴点以外に2つの励起状態間のエネルギー差と2本の入射光の振動数差が一致したところでも共鳴して、第4波の強度が増大する現象がある(異常共鳴:PIER4)。この共鳴はNa原子に働く外部摂動(He原子との衝突)による位相緩和によって誘導されるもので、コヒーレントな過程だけでは現れない。本研究で理論計算を行なったのは、このPIER4に似た現象として次のような4波混合である。2つの励起状態がお互いに光学的に許容遷移であって(たとえば $3P-4D$)、その間に強い光を作用させると、dynamic Stark効果により2つのdressed levelが作られる。この2つの準位は光が強いほど性質がお互いに似通っていて、PIER4で考えた3準位系と似た状況が作りだせる。基底状態とこの2つの準位との間での4波混合を考え、さらに外部摂動による位相緩和を含めると、異常共鳴が期待できる。これにより、調べにくかったより高い励起状態の外部摂動の効果の研究への応用が可能となる。強い光が働いた時の外部摂動による位相緩和の効果をいかにして取り入れることが問題になるが、ここでは2つの励起状態間にスピンオペレーターを導入して、強い光との相互作用をなるべく近似しないで位相の相関関数を計算する。さらに、外部摂動に関してはimpact limit近似が使えるものとする。ここでは、このタイプの4波混合の外部摂動による異常共鳴の計算をし、励起状態間に作用させる光の強度、外部摂動の大きさの依存性を調べ、PIER4との比較も行なう。